

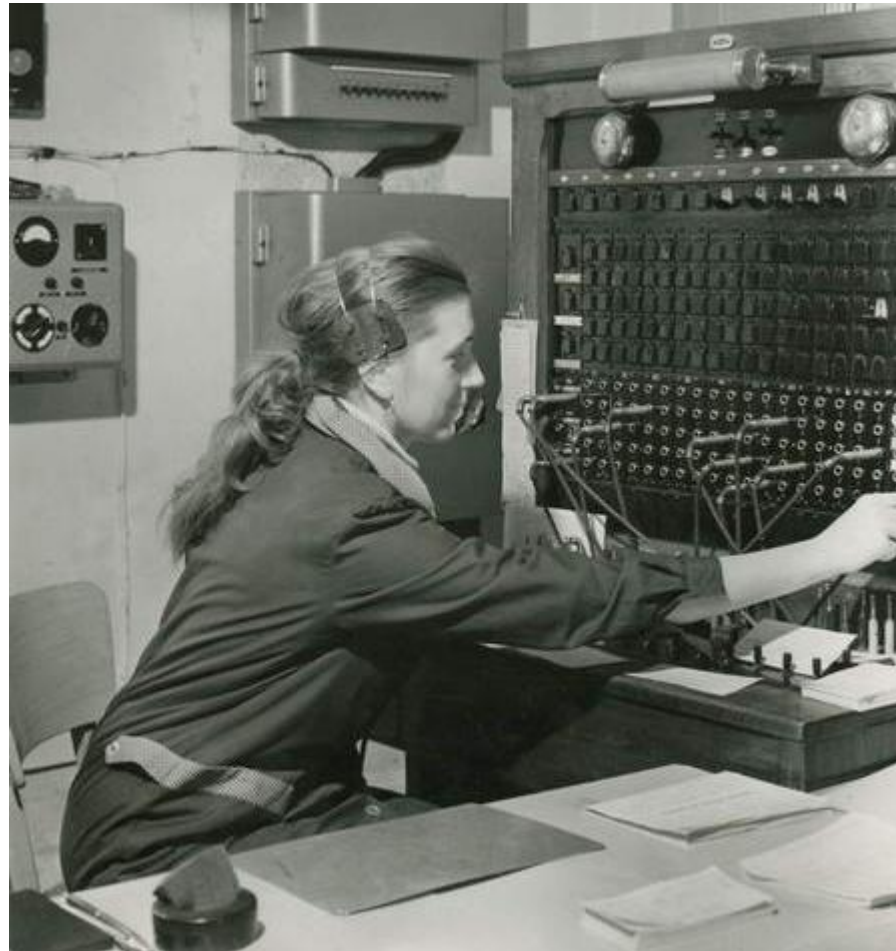
Távközlő hálózatok és szolgáltatások

Kapcsolástechnika

Németh Krisztián

BME TMIT

2009. okt. 14.



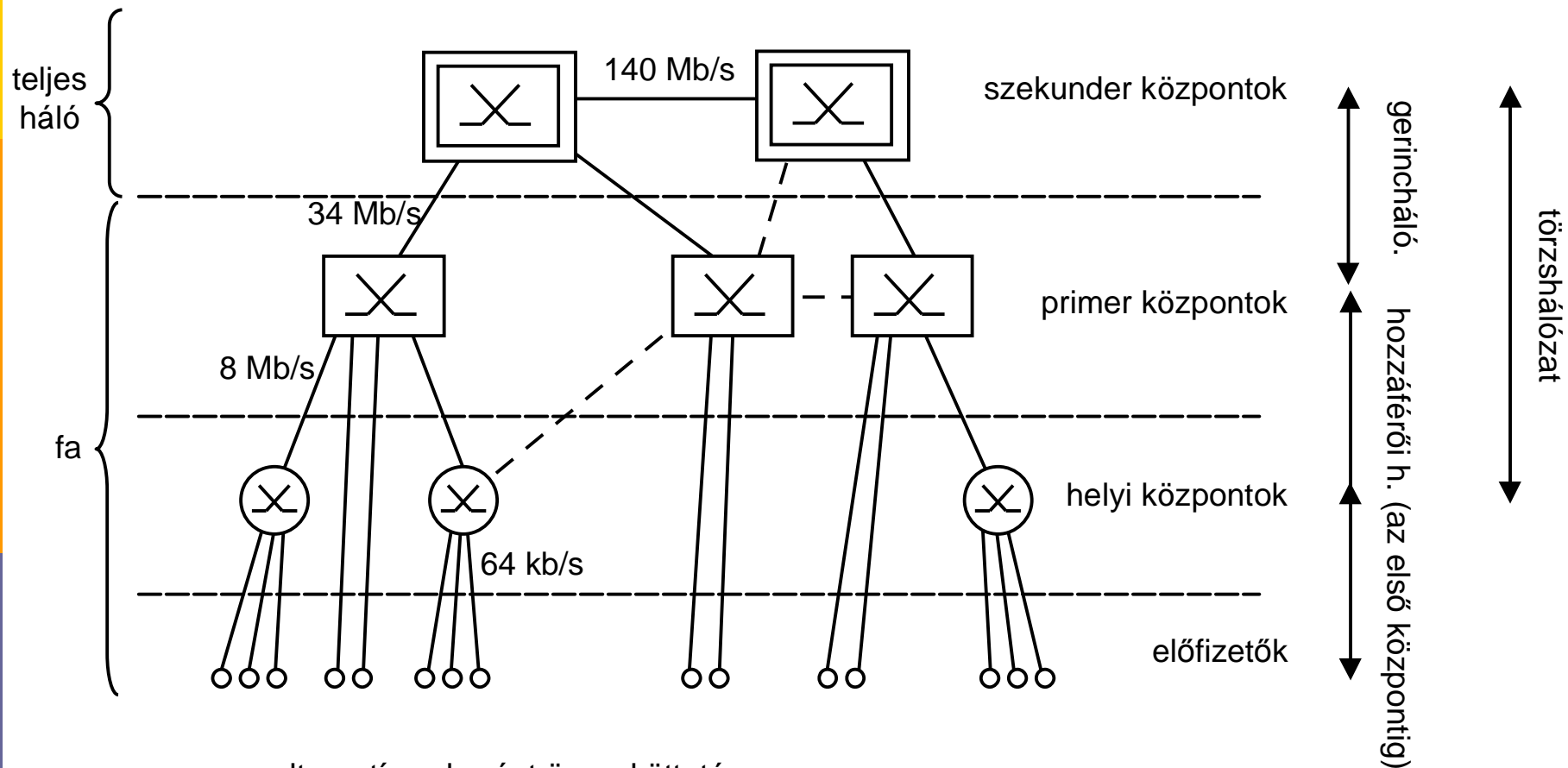
A tárgy felépítése

- p 1. Bevezetés
- p 2. IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon
- p 3. VoIP
- p 4. **Kapcsolástechnika** ←
- p 5. Mobiltelefon-hálózatok
- p 6. Forgalmi követelmények, hálózatméretezés
- p 7. Jelátviteli követelmények, kodekek
- p 8. Jelzésátvitel
- p 9. Hálózati szolgáltatások (Henk Tamás)
- p 10. Gerinchálózati technikák (Cinkler Tibor)
- p 11. Távközlő rendszerek telepítése és üzemeltetése (Cinkler Tibor)



Távbeszélő hálózati topológia (ism.)

▷ Nyilvános kapcsolt távbeszélő hálózat topológiája (Magyarország)



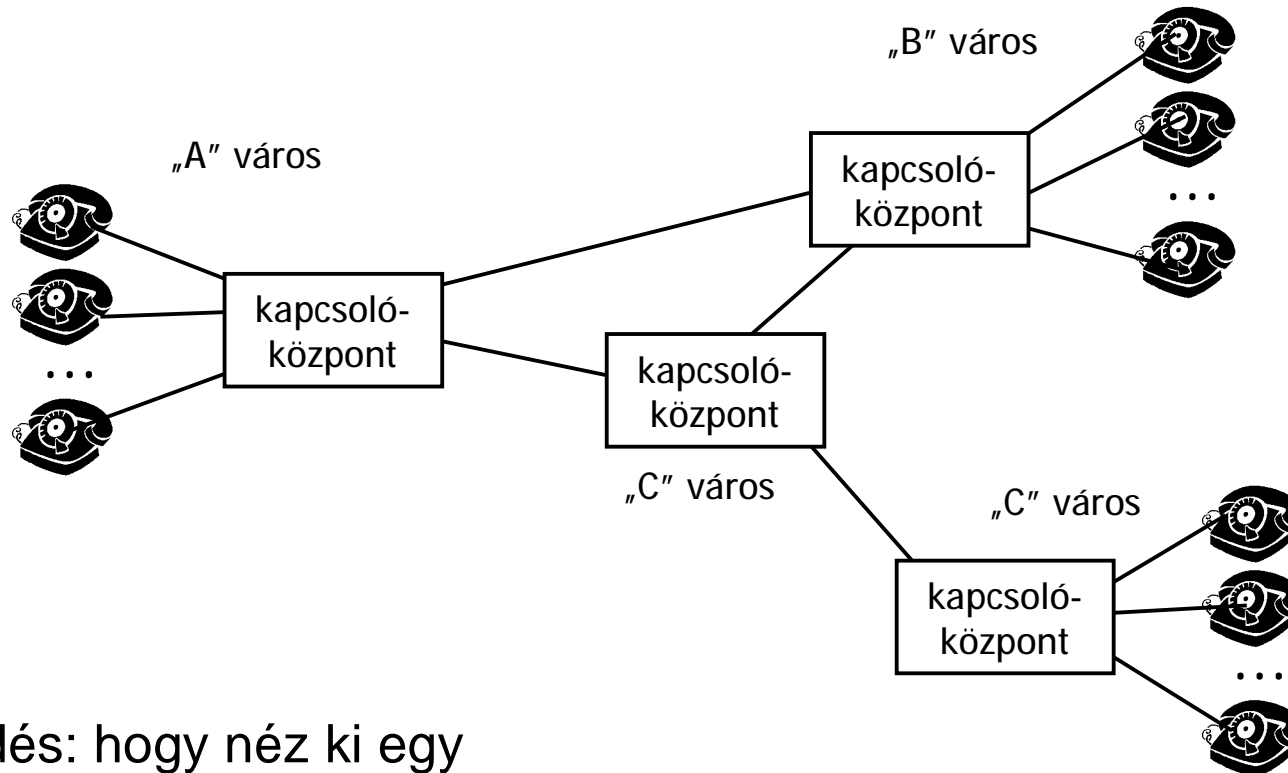
--- : alternatív v. haránt összeköttetés:

cél: hálózat megbízhatóbbá tétele; forgalomelvezetésének optimalizálása

A feltüntetett sebességértékek csak példák, ettől eltérő megvalósítás is elképzelhető

Kapcsolóközpontok felépítése

p Egy (túlzottan) leegyszerűsített modell:

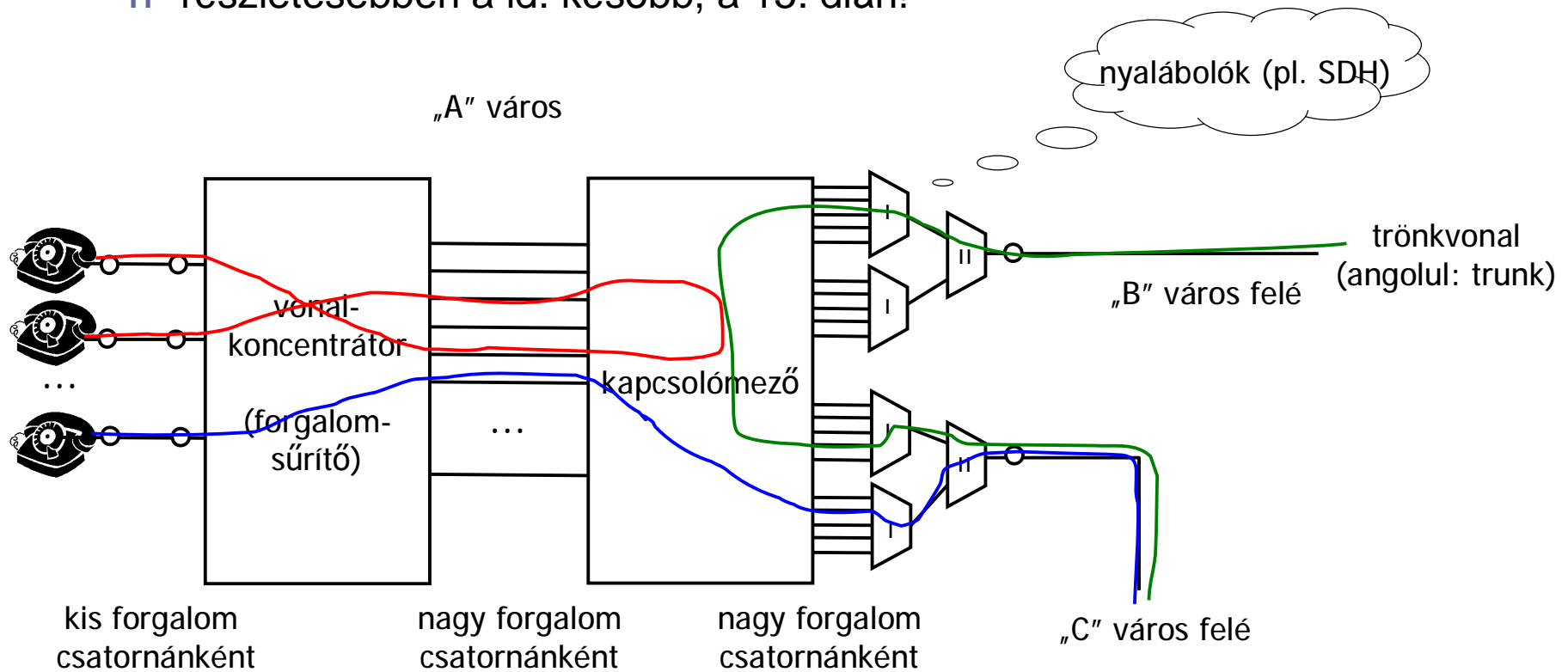


p Kérdés: hogy néz ki egy kapcsolóközpont közelebbről?

Kapcsolóközpontok felépítése

p Kapcsolóközpont: leegyszerűsített rendszervázlat

n részletesebben a ld. később, a 15. dián!



10^5 10^3 10^2

Példa csatornaszám (kb.)

Forgalomkoncentráció:

- n cél: kisebb kapcsolómező
- n követk.: blokkolás lehetősége

Kicsit kitérő: 2/4 huzalos rendszerek

p Négyhuzalos rendszer:

- n** két érpár
- n** egy érpáron egyirányú jeláramlás

p Kéthuzalos rendszer

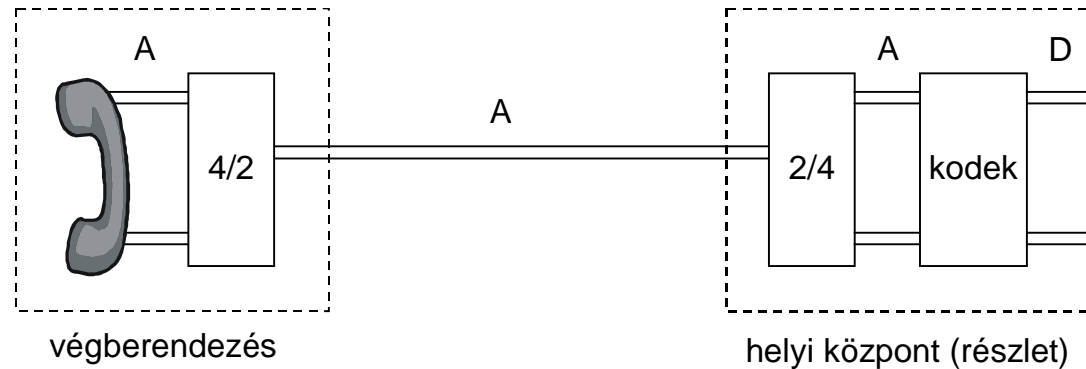
- n** ugyanazon az érpáron kétirányú jeláramlás

p Kodek mindig négyhuzalos (felépítése miatt)

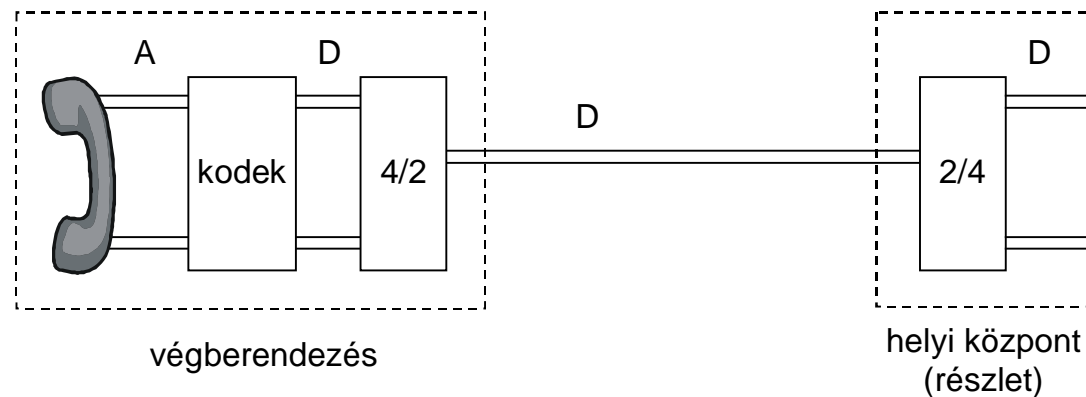
p Kézibeszélő négyhuzalos (értelemszerű)

p Előfizetői hurok kéthuzalos (így olcsóbb)

p Központon belüli feldolgozás manapság négyhuzalos (így egyszerűbb)



(a) analóg végberendezés



(b) digitális végberendezés

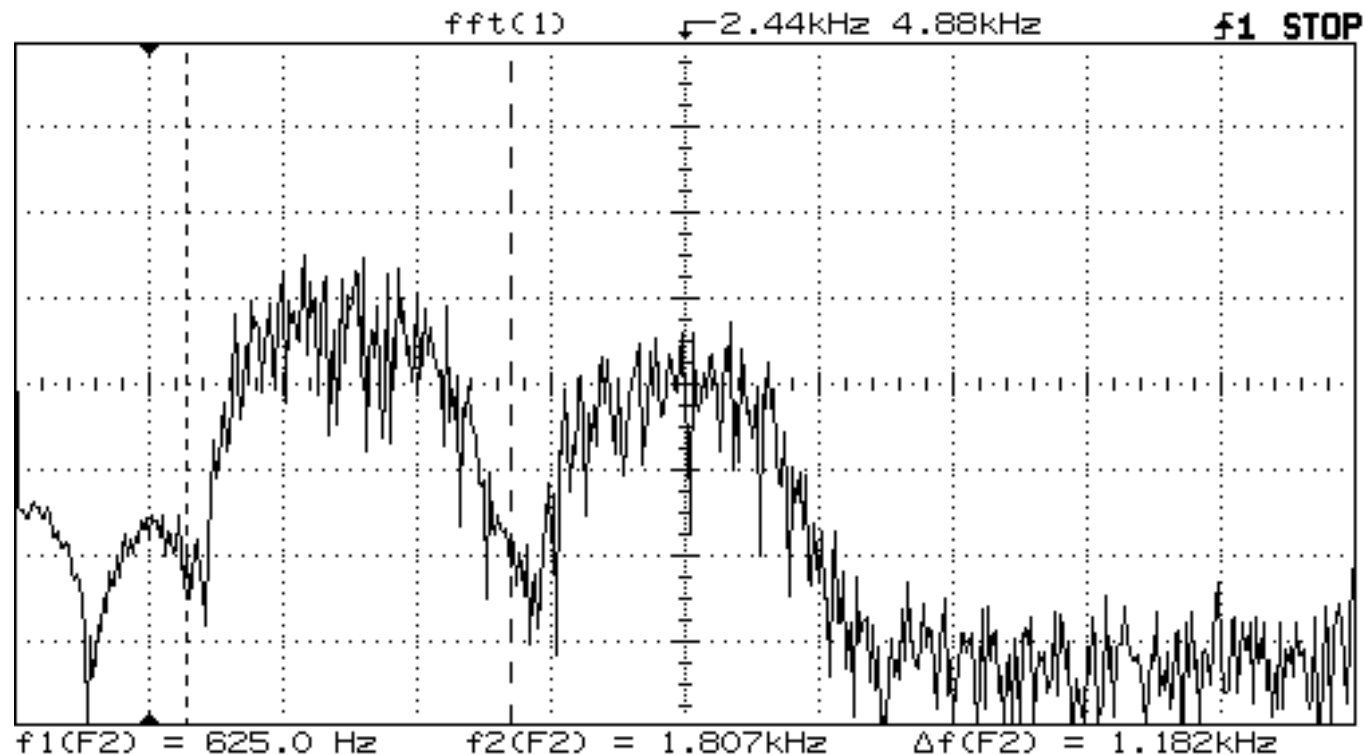
A 2/4 huzalos átalakítás megvalósítása

- p Cél: duplex kommunikáció egyetlen érpáron
- p Lehetséges megoldások:
 - n szétválasztás frekvenciatartományban
 - n szétválasztás időtartományban
 - n a két különböző irányú jel szuperponálása, majd szétválasztása



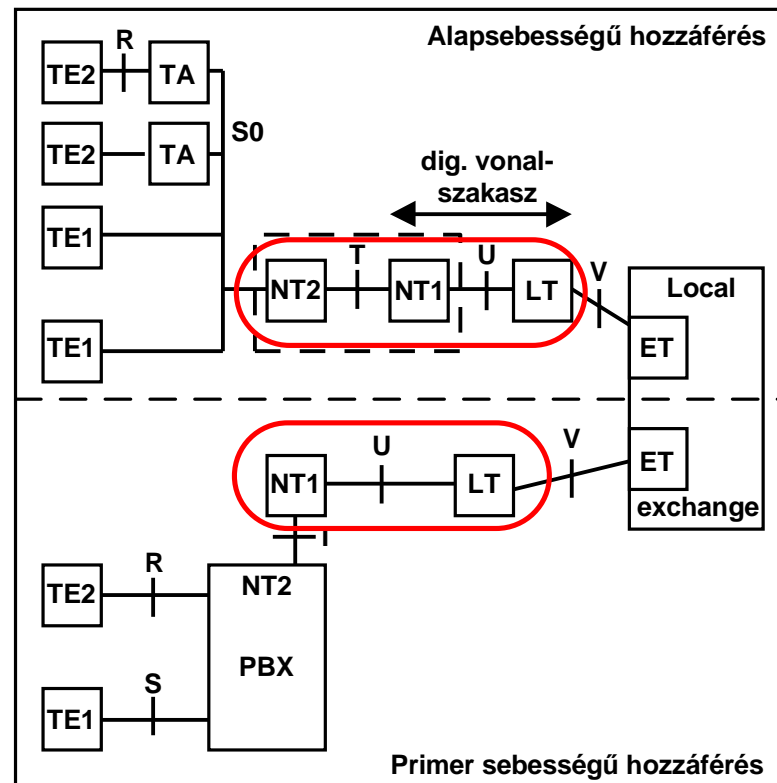
A 2/4 huzalos átalakítás megvalósítása

- p szétválasztás frekvenciatartományban
 - n szétválasztás alul/felüláteresztő szűrőpárokkal (váltósűrő, splitter)
 - n pl. V.22 modem szabvány használja (adatátvitelre)



A 2/4 huzalos átalakítás megvalósítása

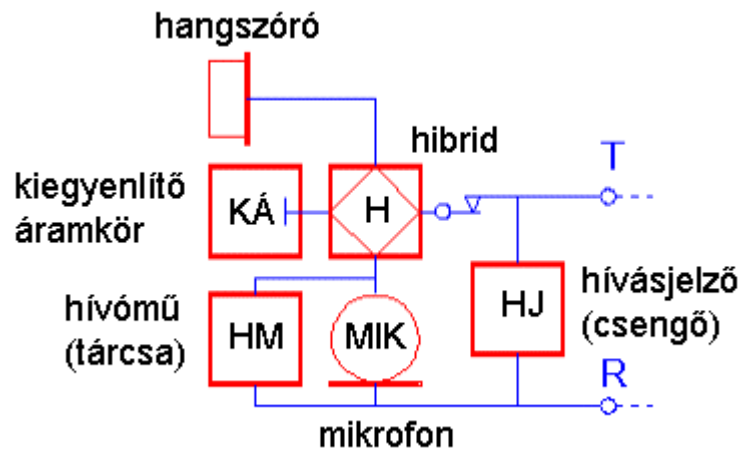
- szétválasztás időtartományban
 - időkompressziós módszer avagy ping-pong módszer
 - egyszer egyik ad, egyszer a másik
 - pro: egyszerű
 - kontra: magasabb vonali jelsebesség, számít a vonal késleltetése
 - pl. ISDN esetén használják egyes esetekben az U interfészen



A 2/4 huzalos átalakítás megvalósítása

- ▶ a két különböző irányú jel szuperponálása, majd szétválasztása
 - n avagy villaáramkör, alias hibrid
 - n analóg előfizetői hurokban használatos
 - n egyszerű
 - n többféleképpen megvalósítható, alább egy transzformátoros megvalósítás látható
 - ▶ a mikrofon árama nem jut be a hangszóróba
 - ▶ a mikrofon áramának fele jut csak az előfiz. hurokra
 - ▶ ha a vonalutánszat nem pontos: visszhang keletkezik

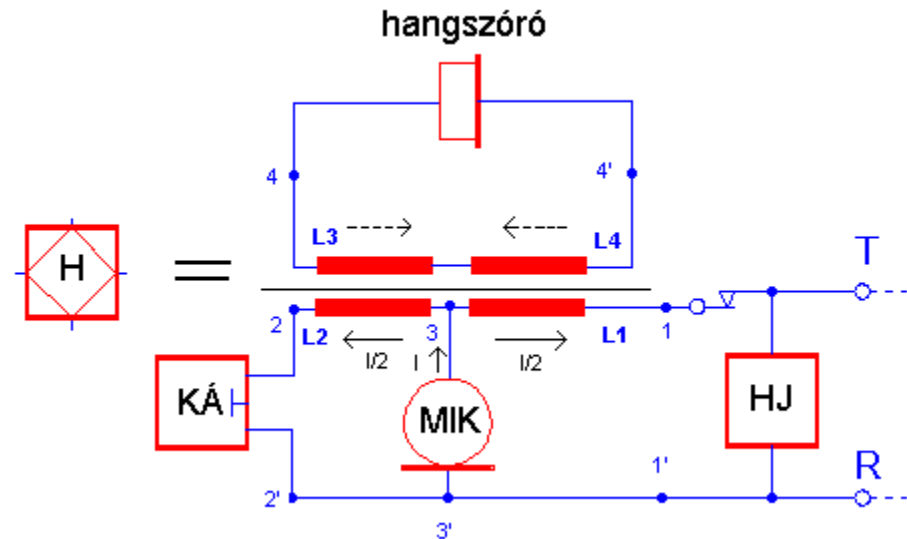
analóg távbeszélő készülék:



n kiegészítő magyarázat:

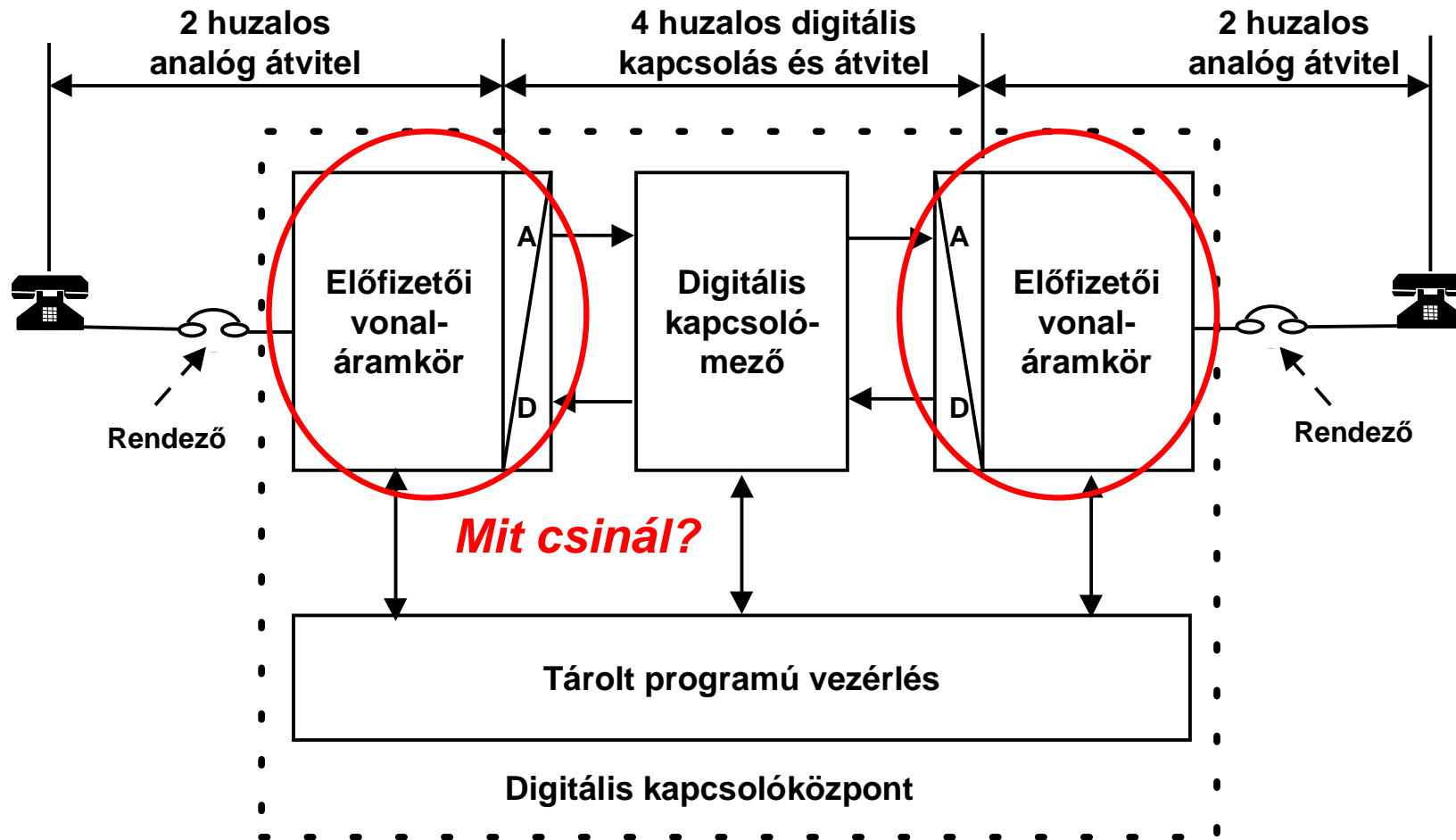
- ▶ <http://tel.tmit.bme.hu/meresek/3-6.htm>
- ▶ <http://tel.tmit.bme.hu/meresek/hibrid.htm>

hibrid:



Az előfizetői vonaláramkör

- ISDN-nél ET, Exchange Terminál néven szerepelt



BORSCHT

- ⌘ **B**attery feeding: távtáplálás
- ⌘ **O**vervoltage protection: túlfesz. védelem
- ⌘ **R**inging: a hívott vonal csengetése
- ⌘ **S**upervision/signaling: a hurok zárásának figyelése
(kézibeszélő felemelése)
- ⌘ **C**oding, decoding: A/D, D/A átalakítás (PCM)
- ⌘ **H**ybridringing: 2/4 huzalos átalakítás
- ⌘ **T**esting: az előfizetői hurok igény szerinti ellenőrzése



Borscs

Battery feeding: távtáplálás

- p A hőskorban LB (local battery, helyi telep) távbeszélő készülékek
- p Manapság kizárólag CB (central battery, központi telep)
 - n egyszerűbb így a felhasználónak
 - n a távbeszélő szolgáltatás *alapszolgáltatás*, nem támaszkodik más szolgáltatásokra
 - p de: vezeték nélküli készülékeknek ez kevés
- p 20-100 mA
 - n A régi szénmikrofonokhoz kellett ekkora áram és ehhez...
- p 48 V DC (egyenáram)
 - n ... ekkora feszültség kellett
 - n Földhöz képest: -48 V (és 0 V): a negatív fesz. megakadályozza a korróziót, ami a réz vizes oldatok ionjaitól szenvedne, ha megsérülne a vezeték
 - n Én -52,2-t mértem...

Overvoltage protection: túlfesz. védelem

p Cél: védeni:

- n embert

- n gépet

p Tipikus veszélyek:

- n villám

- n zárlat erősáramú hálózattal (pl. 230 V)

p Védekezési mód

- n villám ellen: a rendezőben légréses védelem, kb. 750 V-nál átüt

- n zárlat ellen: biztosíték, teljesítményellenállás, varisztor, Zener-dióda (rendezőben és a vonali kártyán is)

Ringging: a hívott vonal csengetése

- ⌘ 75-100 V (!!), 200 mA (!), 16,6...25 Hz, országonként változik
 - ⌘ más forrás:15-68 Hz, USA 20 Hz, Eu. 25 Hz a tipikus, 40-150V
- ⌘ ma már túlzás, anno a fizikai csengetéshez kellett
- ⌘ tipikusan 2 sec csöngetés, 4 sec szünet
- ⌘ ettől a nagy feszültségtől a kodeket és más érzékeny áramkört meg kell védeni

Supervision/signaling: a hurok zárásának figyelése

- ⌚ A hurok zárása/nyitása volt anno minden előfizetőtől érkező jelzés:
 - ⌚ Hívó félnél:
 - ⌚ Hurok zárása (kézibeszélő fel („pick up the phone”), off-hook): hívás kezdeményezés jelzése
 - ⌚ Periódikus zárás-nyitás: hívószám tárcsázása
 - ⌚ Hurok nyitása (kézibeszélő le („hang up the phone”), on-hook): beszélgetés vége
 - ⌚ Hívott félnél:
 - ⌚ Nyitott hurok: előfizető szabad, hívható
 - ⌚ Zárt hurok: előfizető foglalt
 - ⌚ Hurok nyitás: válasz a hívásra
 - ⌚ Hurok zárás: beszélgetés vége (de analóg esetben ő nem szakíthatja meg az áramkört!)
 - ⌚ Kapcsolat (v. kapcsolatfelépítés) közben: flash (hook-flash):
 - ⌚ rövid ideig nyitjuk, majd újra zárjuk az áramkört
 - ⌚ „valamit szeretnék a központtól”
 - ⌚ pl. konferenciahívás, visszahívás, stb.
- ⌚ Alapesetben kb. 100 ms-onként „néz rá” a rendszer
- ⌚ Pulzusmódú tárcsázás közben (66 ms impulzus, 33 ms szünet) és csengetéskor gyakrabban: 10-30 ms

Coding, decoding: A/D, D/A átalakítás

p PCM kodek, már beszéltünk róla

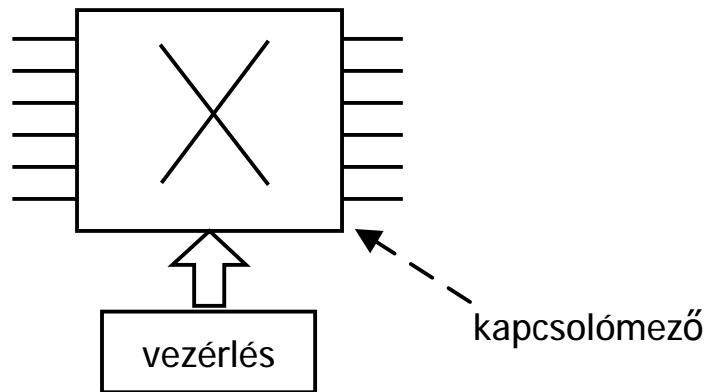
Hybriding: 2/4 huzalos átalakítás

p Erről is volt már szó

Testing: előfizetői hurok ellenőrzése

- p Egy tesztelő berendezést kapcsolunk a vonalra
 - n vonal állapotának felmérése, esetleges hibák megállapítása
 - n külön az előfizetői vonal, illetve a vonaláramkör központ felőli része (két tesztbusz van)
 - n időben lehet:
 - p periodikusan, tipikusan éjjel
 - p igény szerint azonnal

Kapcsolás vs. digitális rendezés

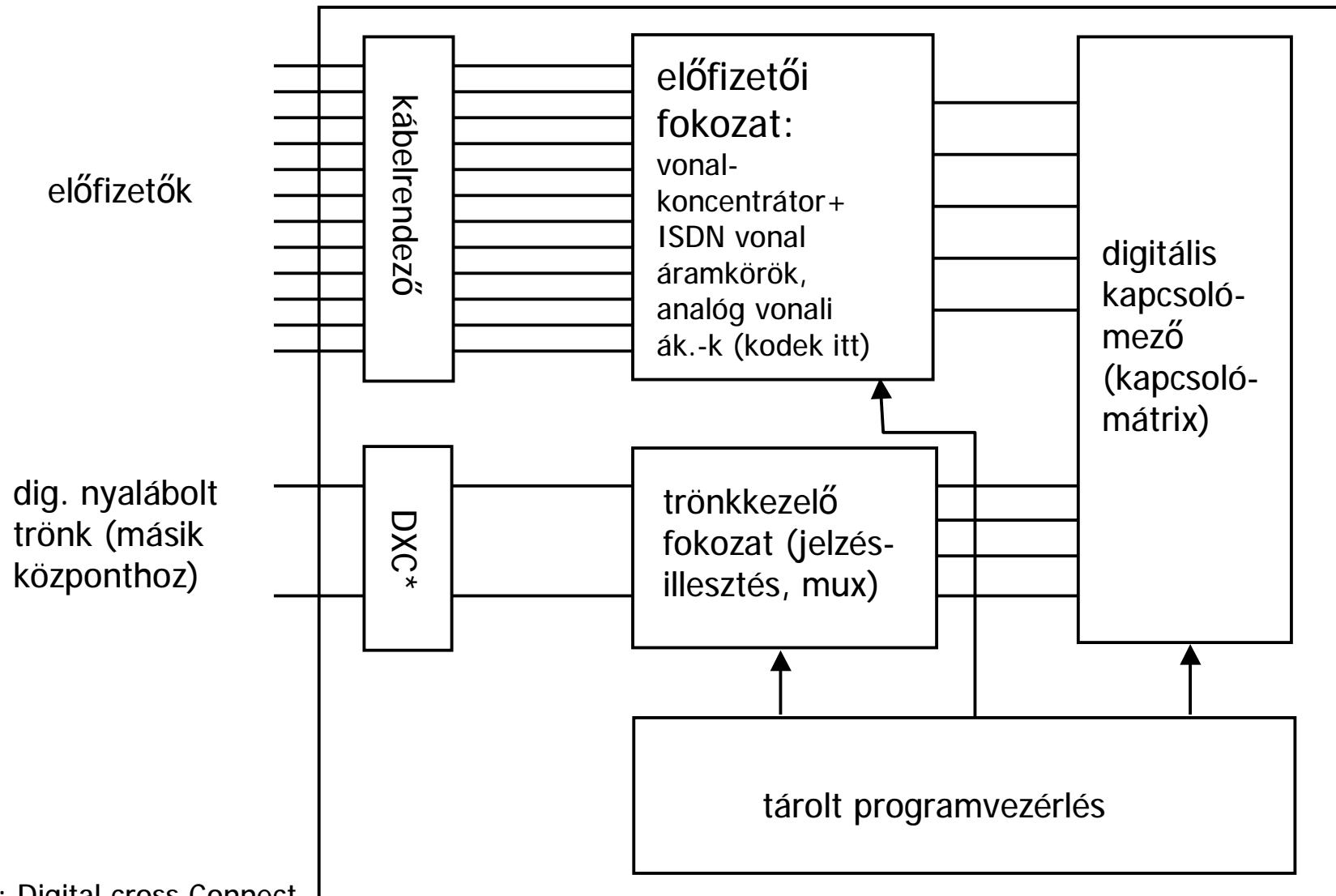


	kapcsoló	rendező
vezérlés	előfizető (jelzéssel)	hálózatmanager (operátor)
gyakoriság	gyakran (pl. másodperc)	ritkán (pl. hetente, havonta)
sebesség	gyors (μs , ms)	lassabb (sec)
kapcsolt áramkörök száma	1	sok (pl. több tízezer)

Kapcsolóközpontok fejlődése

- ⌘ kézi kapcsolás: zsinóráramkör
- ⌘ elektromechanikus
 - n Strowger
 - ⌘ közvetlen vezérli a hívó a központot
 - n Rotary
 - ⌘ közvetett, regiszter a központban
 - n Crossbar
 - ⌘ keresztrudas
- ⌘ digitális
 - n tárolt programvezérlésű (TPV): szoftver vezérli
 - ⌘ itt történik pl. az útválasztás
 - n elvileg TPV-vel lehet a kapcsolómező analóg (ma már nincs ilyen)

Dig. TPV központ felépítése (vázlat)



*DXC: Digital cross Connect, digitális rendező

KAPCSOLÓMÁTRIX



Kapcsolómezők típusai

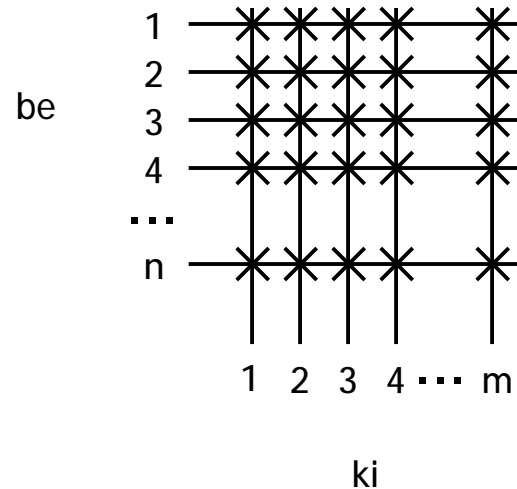
- ⌘ (Szg.H.-ból már röviden áttekintettétek, most részletesebben)

- ⌘ Elv: egyidejű összeköttetések elkülönítése:
 - n térosztásos térben
 - n időosztásos időben
 - n frekvenciaosztásos frekvenciában (gyakorlatban nem használják)
 - n kódosztásos kóddal (gyakorlatban nem használják)

- ⌘ Röviden:
 - n térkapcsolás, időkapcsolás

- ⌘ Mindegyik esetben valós áramkörkapcsolás, összeköttetés alapú

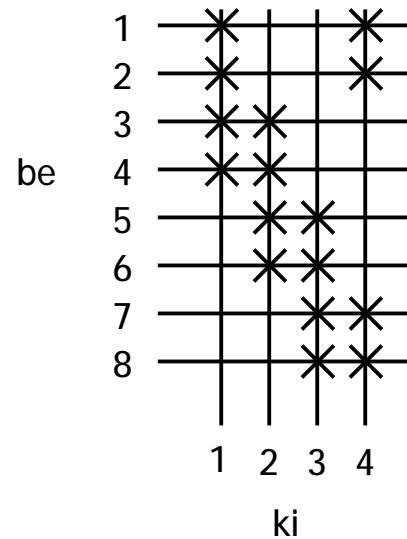
Térkapcsolás (Space Division Switching, „S”)



- ⌘ itt $be \neq ki$ (pl. előfizető \rightarrow trönk)
- ⌘ hátrány: $n \cdot m$ kapcsolópont: túl sok, túl drága
- ⌘ előny: nincs blokkolás
 - n azaz ha szabad a kimenet, akkor kapcsolható

Térkapcsolás (Space Division Switching, „S”)

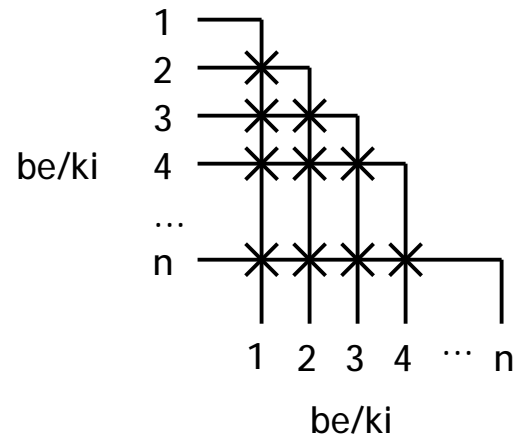
⌘ Ha nem kell teljes összekötöttség (pl. vonalkoncentrátor):



⌘ kevesebb kapcsolópont kell

Térkapcsolás (Space Division Switching, „S”)

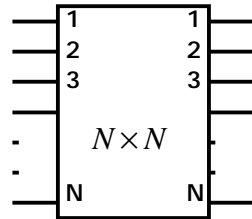
p Ha $be = ki$:



p $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$ kapcsolópont

Többszintű kapcsolás

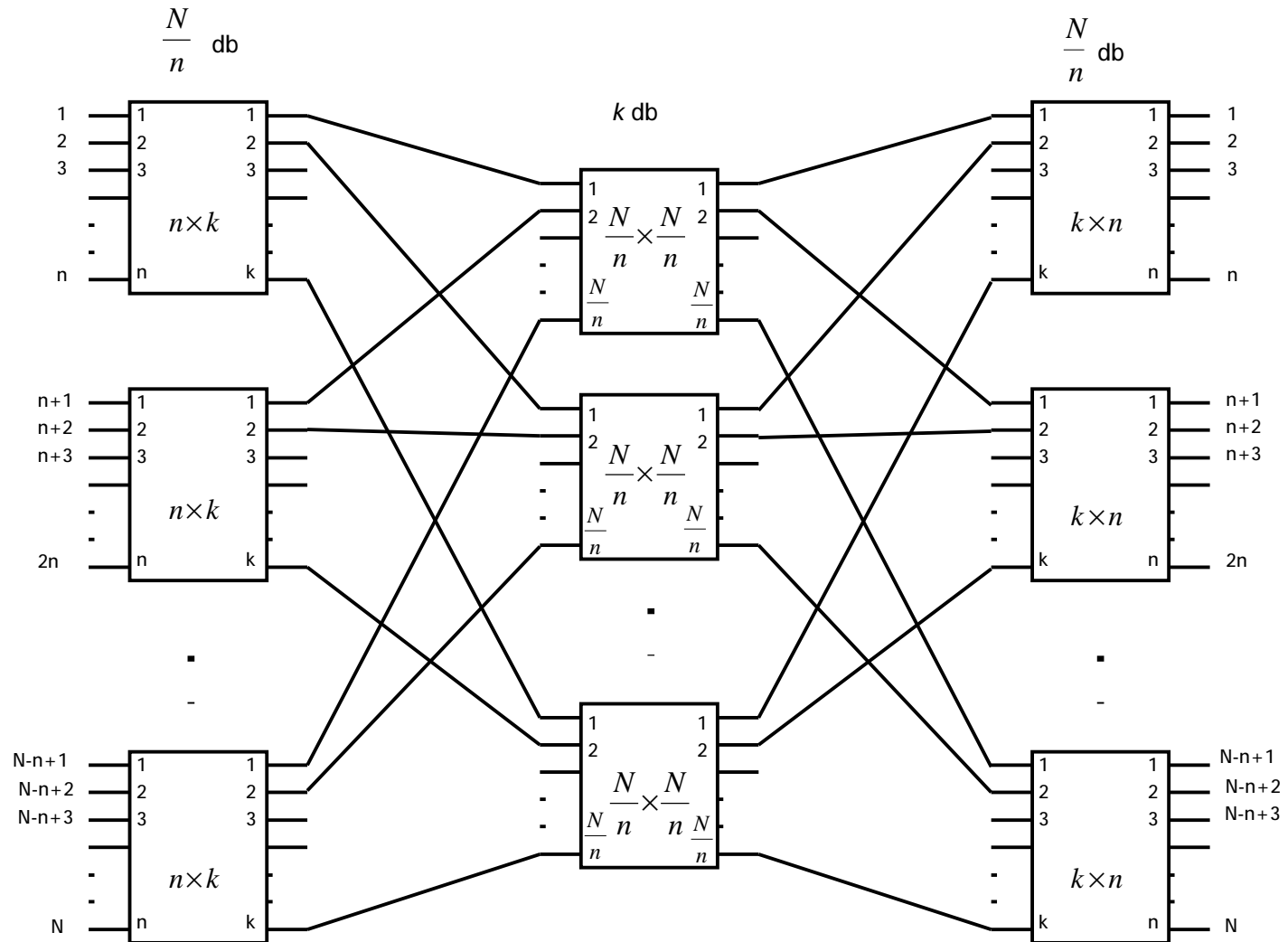
- Eddig egyfokozatú kapcsolásról volt szó:



- egyszerű és jól működik
 - de: túl sok a kapcsolópont
 - ezek kihasználtsága kicsi
- Megoldás: többszintű kapcsolás

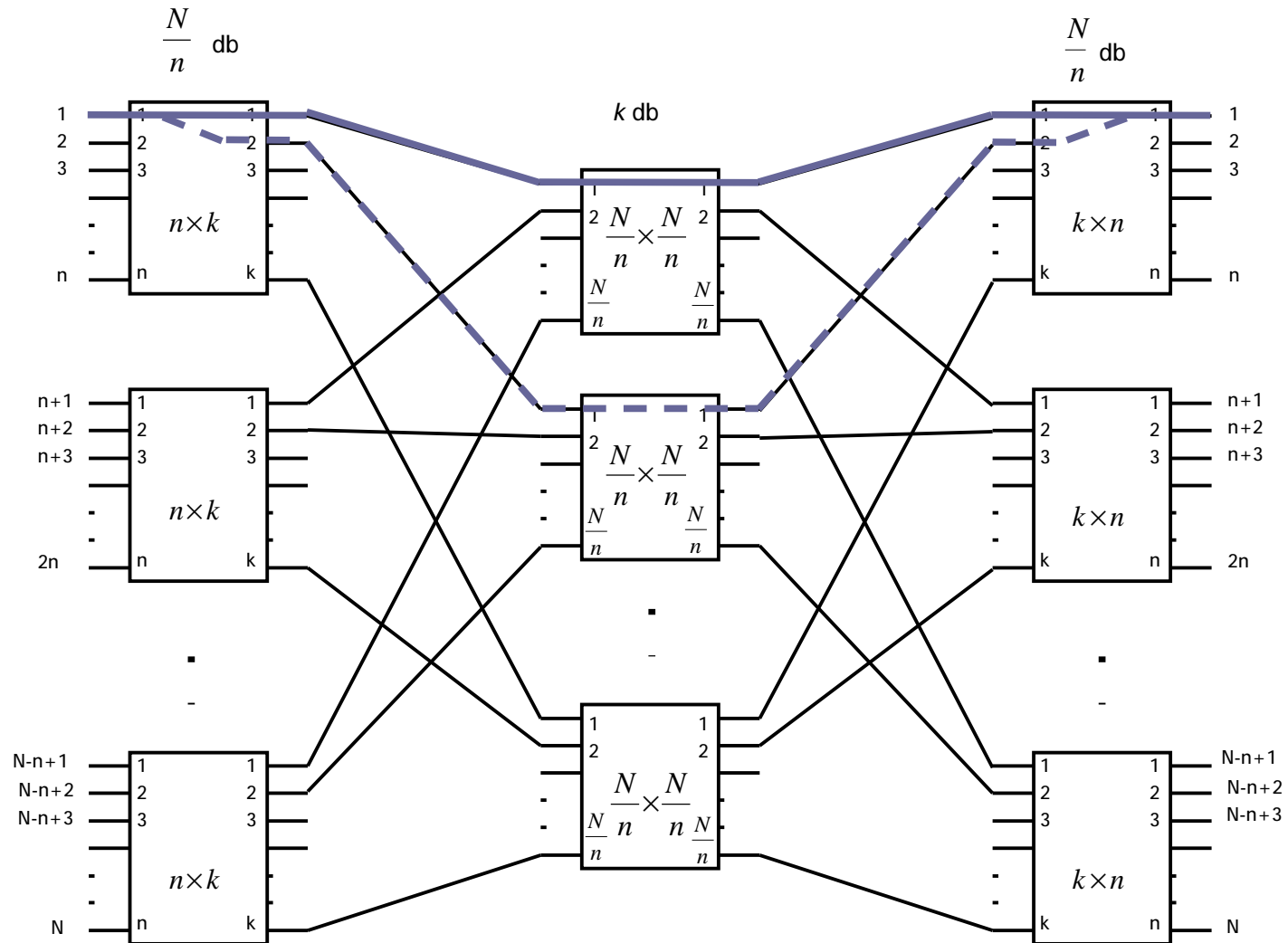
Többszintű kapcsolás

☐ Példa: 3 fokozat:



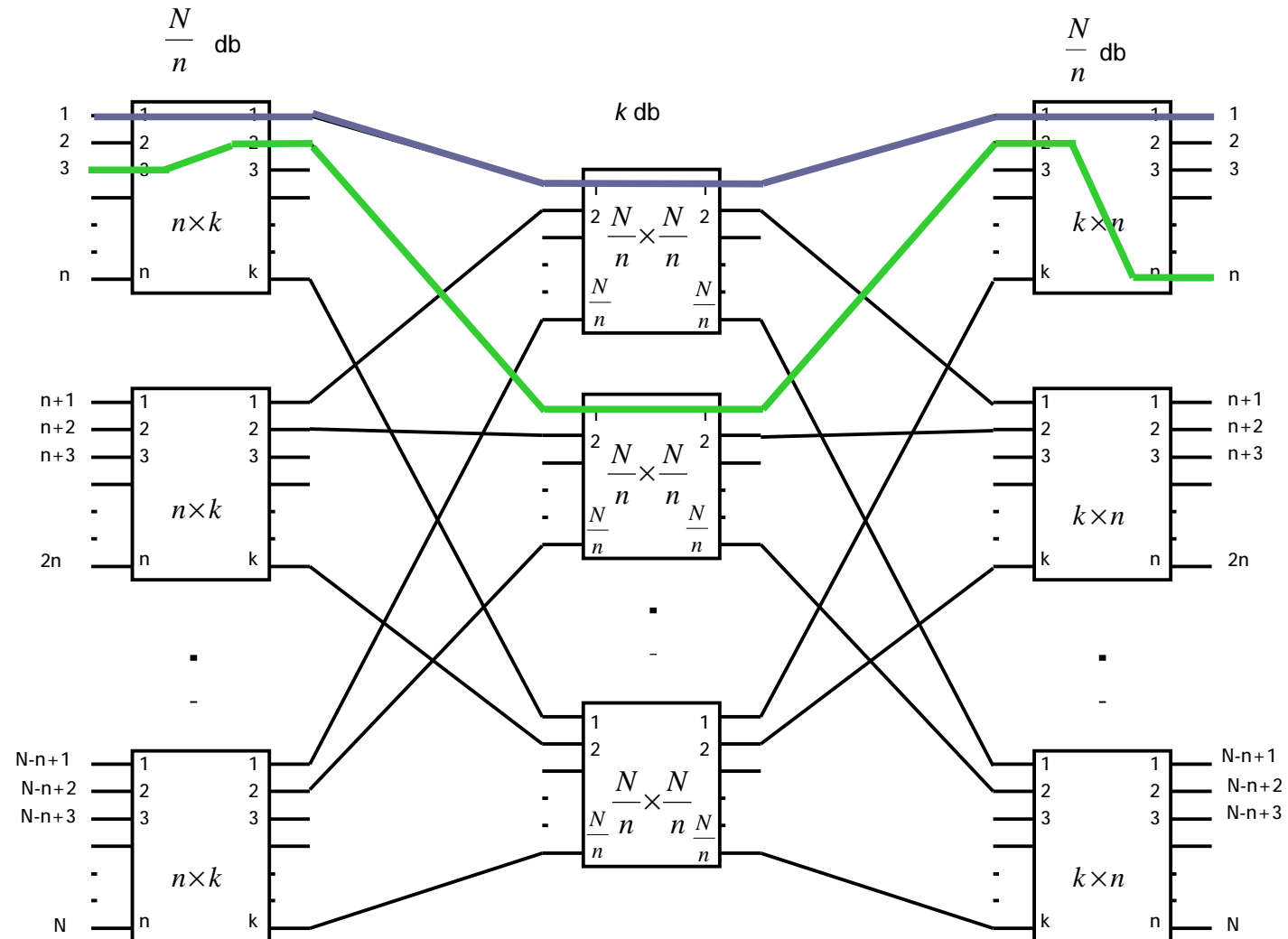
Többszintű kapcsolás

- Egy kapcsolat felépítésére több lehetőség:



Többszintű kapcsolás

- Egy új kapcsolat felépítésére egy középső fokozatot kell találni, amelyiknek szabad a megfelelő ki és bemenete is:

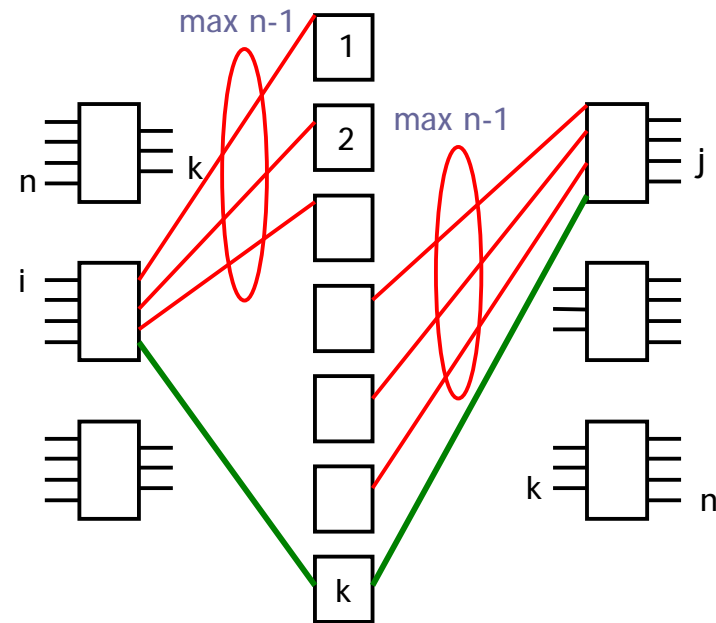


Többfokozatú kapcsolás

- p Egy kapcsolat felépítése nem triviális többé:
 - n útkeresési algoritmus: több lehetőség közül az optimális kiválasztása
- p Megjelenhet a blokkolás:
 - n szabad a kimenet, de a kapcsolat mégsem épülhet fel, mert nincs elegendő belső erőforrás (itt: megfelelően szabad középső fokozat)
- p Cserébe: kevesebb kapcsolópont szükséges
 - n Egyfokozatú kapcsolás: $N \cdot N = N^2$
 - n Háromfokozatú kapcsolás: $\frac{N}{n} \cdot n \cdot k + k \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{N}{n} + \frac{N}{n} \cdot k \cdot n = 2Nk + \frac{N^2k}{n^2}$
- p Melyik a nagyobb?
 - n n és k függvénye
- p Kérdés: melyik az a legkisebb k, amire biztos nem lehet a rendszerben blokkolás?

Többszintű kapcsolás

- Ⓟ Kérdés: melyik az a legkisebb k , amire biztos nem lehet a rendszerben blokkolás?
- Ⓟ Válasz: $k=2n-1$
- Ⓟ Hiszen egy tetszőleges i bemenet és egy tetszőleges j kimenet közötti kapcsolat felépítéséhez kell egy középső fokozat, amelynek:
 - n szabad az összeköttetése az i -hez tartozó első fokozattal
 - n szabad az összeköttetése az j -hez tartozó harmadik fokozattal
 - n a legrosszabb esetben is $2 \cdot (n-1)$ középső fokozat lesz így foglalt, ennél eggyel több már elég. QED



Többfokozatú kapcsolás

p Példa blokkolásmentes esetre:

N	kapcsolópontok 1 fokozat esetén	kapcsolópontok 3 fokozat esetén	n	N/n	$k=2n-1$
128	16 384	7680	8	16	15
8192	67 millió	4,2 millió	64	128	127
131072	17 milliárd	268 millió	256	512	511

p Jelentős megtakarítás, de még mindig túl sok a kapcsolópont

p Megoldás lehet:

n több fokozat (pl. 5 vagy 8)

n blokkolás megengedése (kis eséllyel)

Optimális n választás

- Tudjuk: a kapcsolópontok száma: $x = 2Nk + \frac{N^2k}{n^2}$
- blokkolásmentes esetben: $k = 2n - 1$
- innen: $x = \frac{4Nn^3 - 2Nn^2 + 2N^2n - N^2}{n^2}$
- ennek keressük a minimumát.
- Deriválva, nullhelyet megkeresve kapjuk, hogy nagy N -re a minimum (ez nem triviális lépés): $n \approx \sqrt{\frac{N}{2}}$
- innen: $x_{\min} \approx 4N(\sqrt{2N} - 1)$
- ... és ez szerepel a táblázatban

(A levezetést nem kell tudni, de a logikai lépéseket érteni, tudni kell.)

Többfokozatú kapcsolás

p Példa blokkolósos esetre:

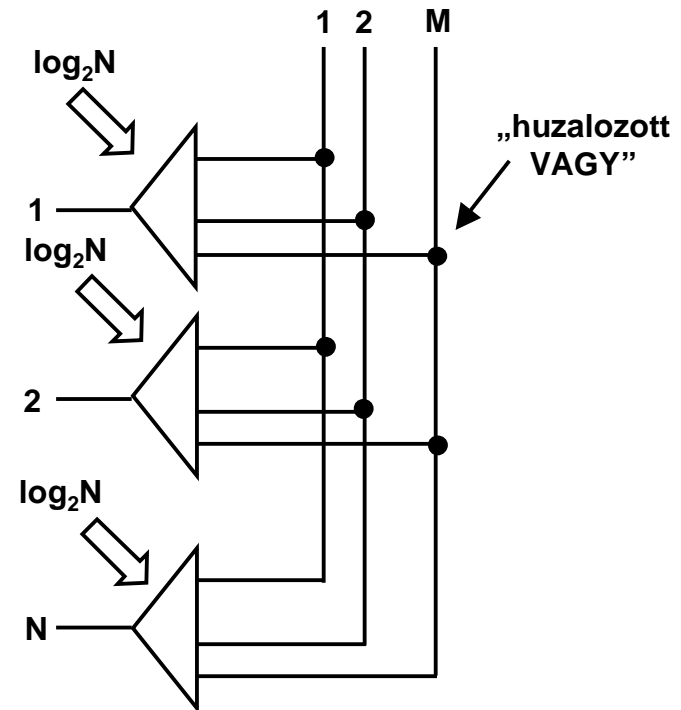
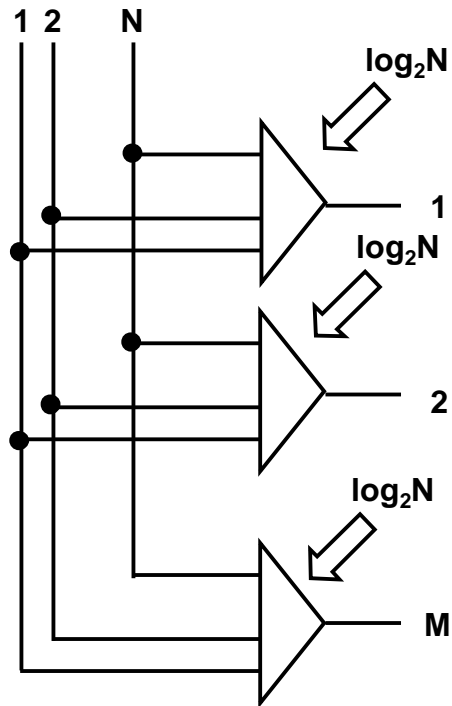
n blokkolási valószínűség: 0,002 (=0,2%)

N	1 fokozat (blokkolás- mentes)	3 fokozat, blokkolás- mentes	3 fokozat, bemenet kihasználtság: 0,7		3 fokozat, bemenet kihasználtság: 0,1	
	kapcsoló- pontok	kapcsoló- pontok	kapcsoló- pontok	k/n	kapcsoló- pontok	k/n
128	16 384	7680	7168	1,75	2560	0,625
8192	67 millió	4,2 millió	2,1 millió	1,0	491520	0,234
131072	17 milliárd	268 millió	113 millió	0,84	21,5 millió	0,160

Térkapcsolás digitális megvalósításai

p Pl.:

vagy másképp:



▷ : multiplexer (a Digitális Technika tárgyból tanult értelemben: egy bemenet kirakása a kimenetre)

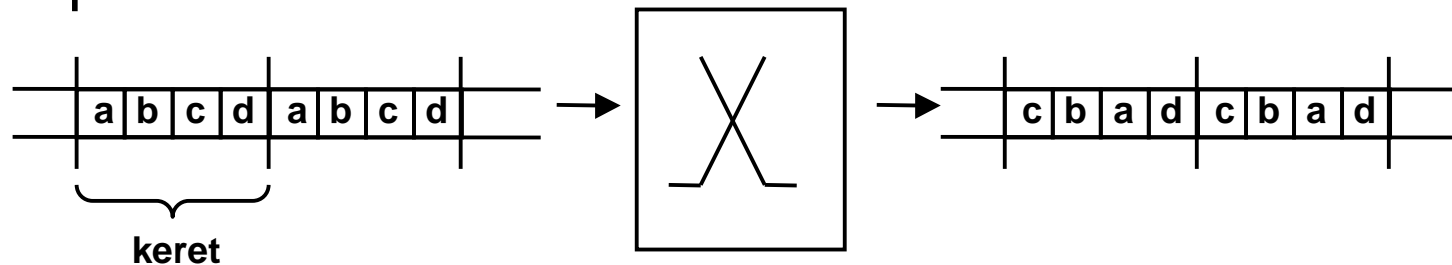
◁ : demultiplexer (a Digitális Technika tárgyból tanult értelemben: a bemenet kirakása egy kimenetre)

p Az integrált áramkörök ára kb. a lábszámmal arányos

Időosztásos kapcsolás

• Időkapcsolás (Time Switching, „T”)

• Alapötlet:



• Megvalósítás: memória (olcsó)

• n soros beírás, nem soros („random”) kiolvasás

• n nem soros beírás, soros kiolvasás

• 1 keretnyi késleltetés

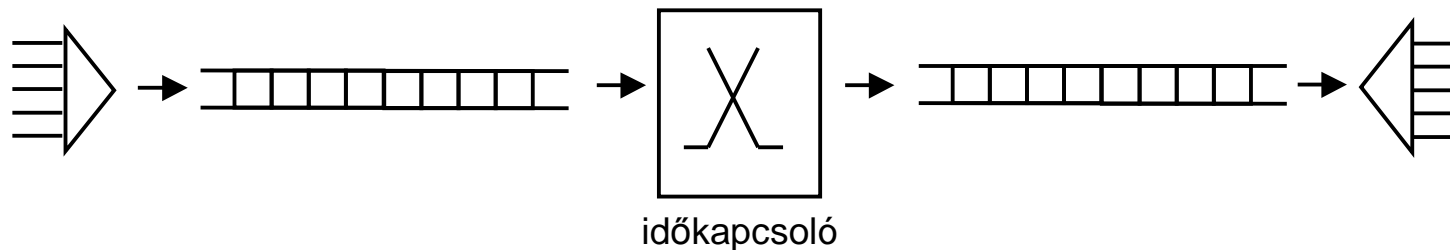
• PDH esetén csak az első hierarchiaszinten valósítható meg az újrakeretezés miatt

• Ráadásul a memória sebessége véges: néhány száz, max. néhány ezer időrés lehet egy 125 μ s hosszú keretben

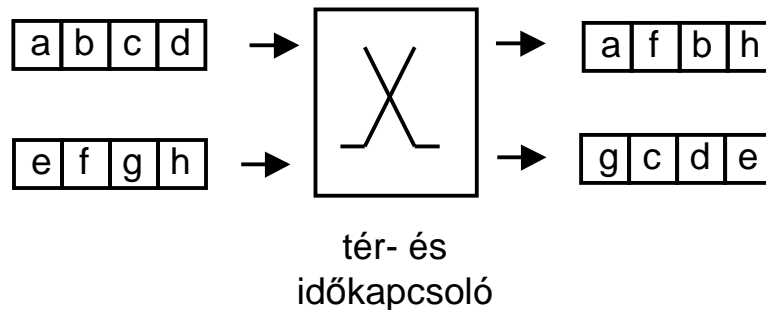
Időkapcsolás

p Mire jó?

p Példa: térkapcsolás időkapcsolóval



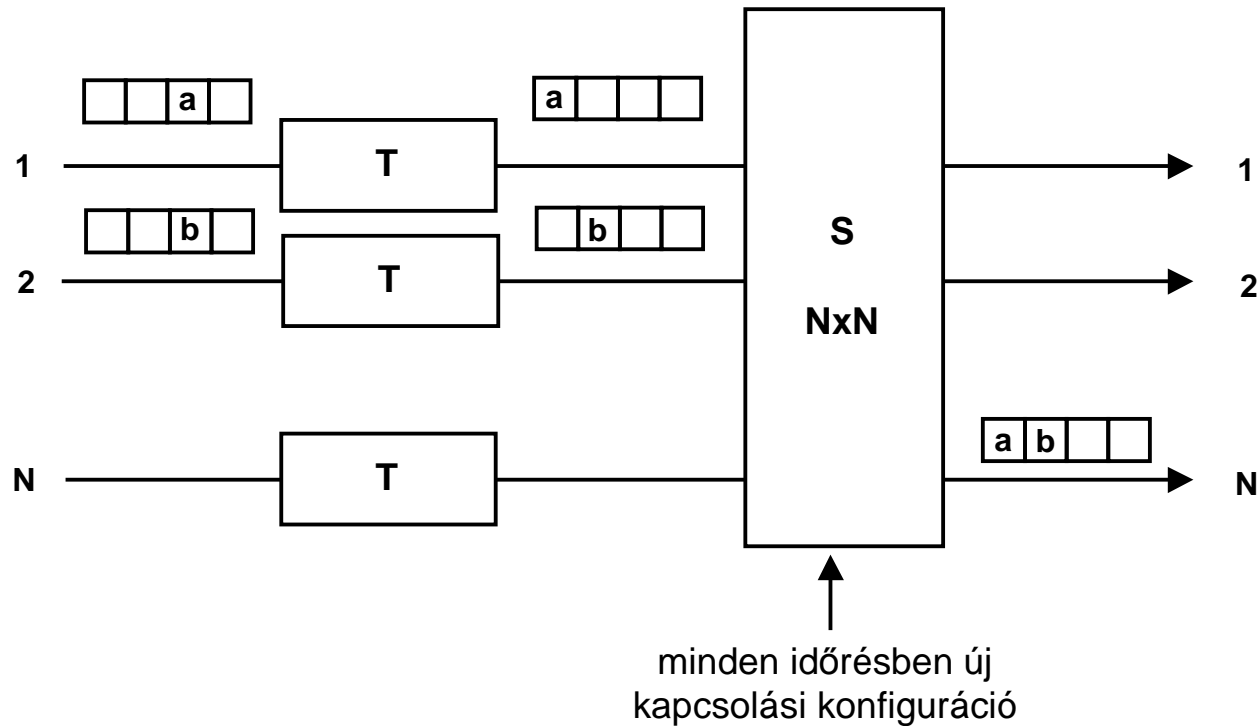
p jobb alkalmazás: tér- és időkapcsolás együtt



n hiszen a bemeneti jelek amúgy is TDM jelek!

Tér- és időkapcsolás

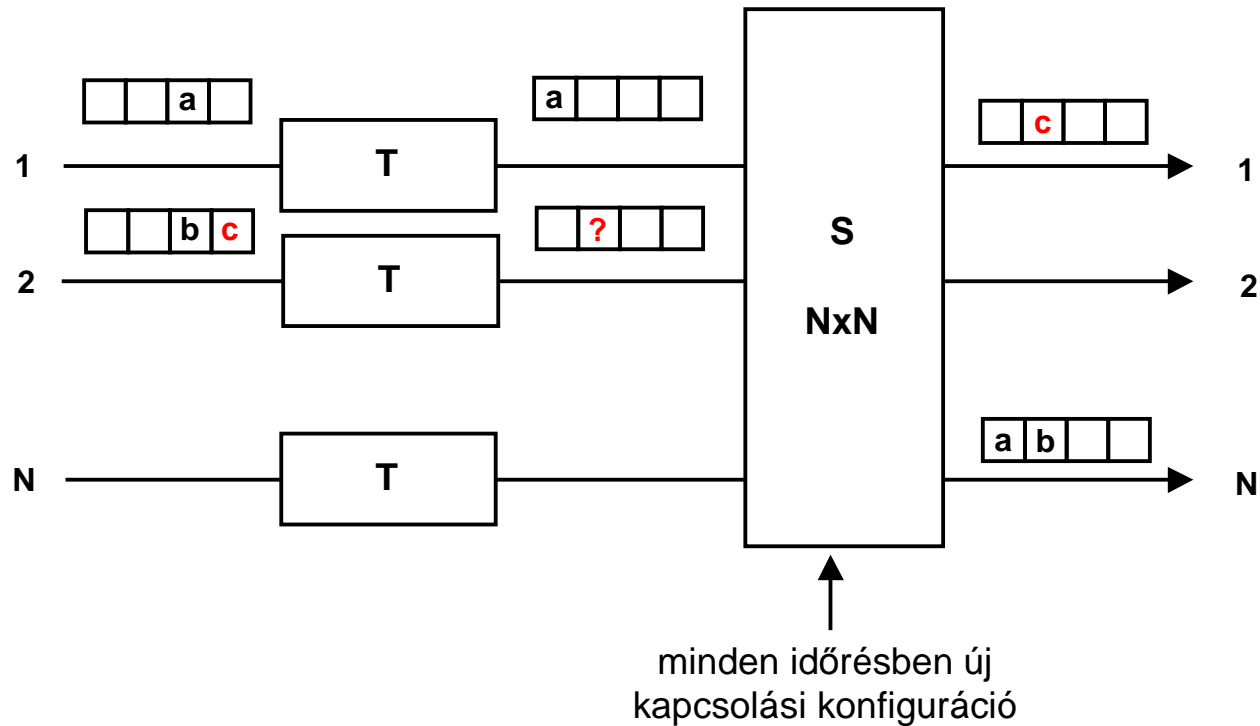
- Megvalósítás pl.: TS kapcsoló



- a gyakori kapcsolás segítségével jobban kihasználjuk a térkapcsolópontokat

Tér- és időkapcsolás

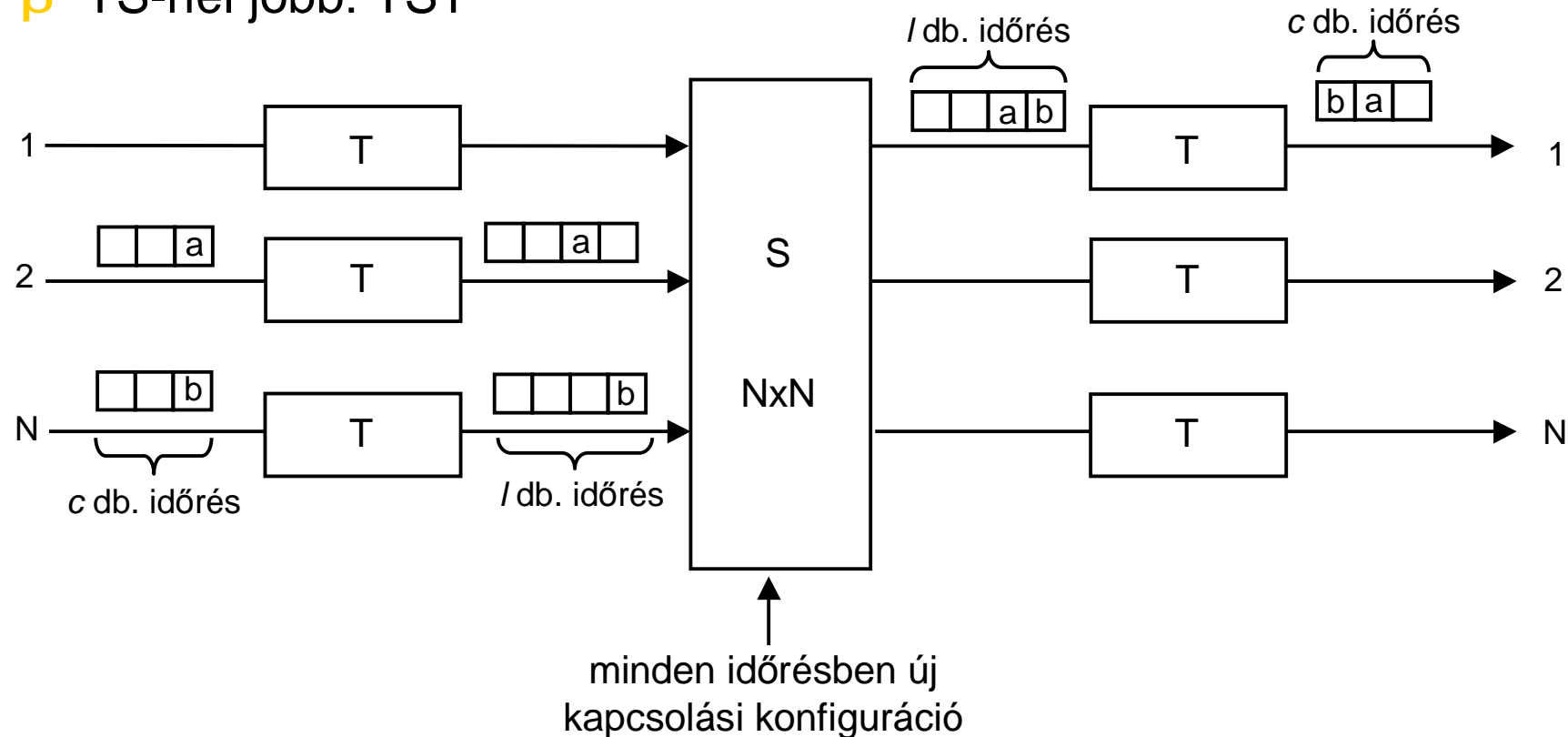
p TS kapcsoló nem kellően jó:



n ilyen egyszerű helyzetben is blokkolás lép fel

Tér- és időkapcsolás

p TS-nél jobb: TST



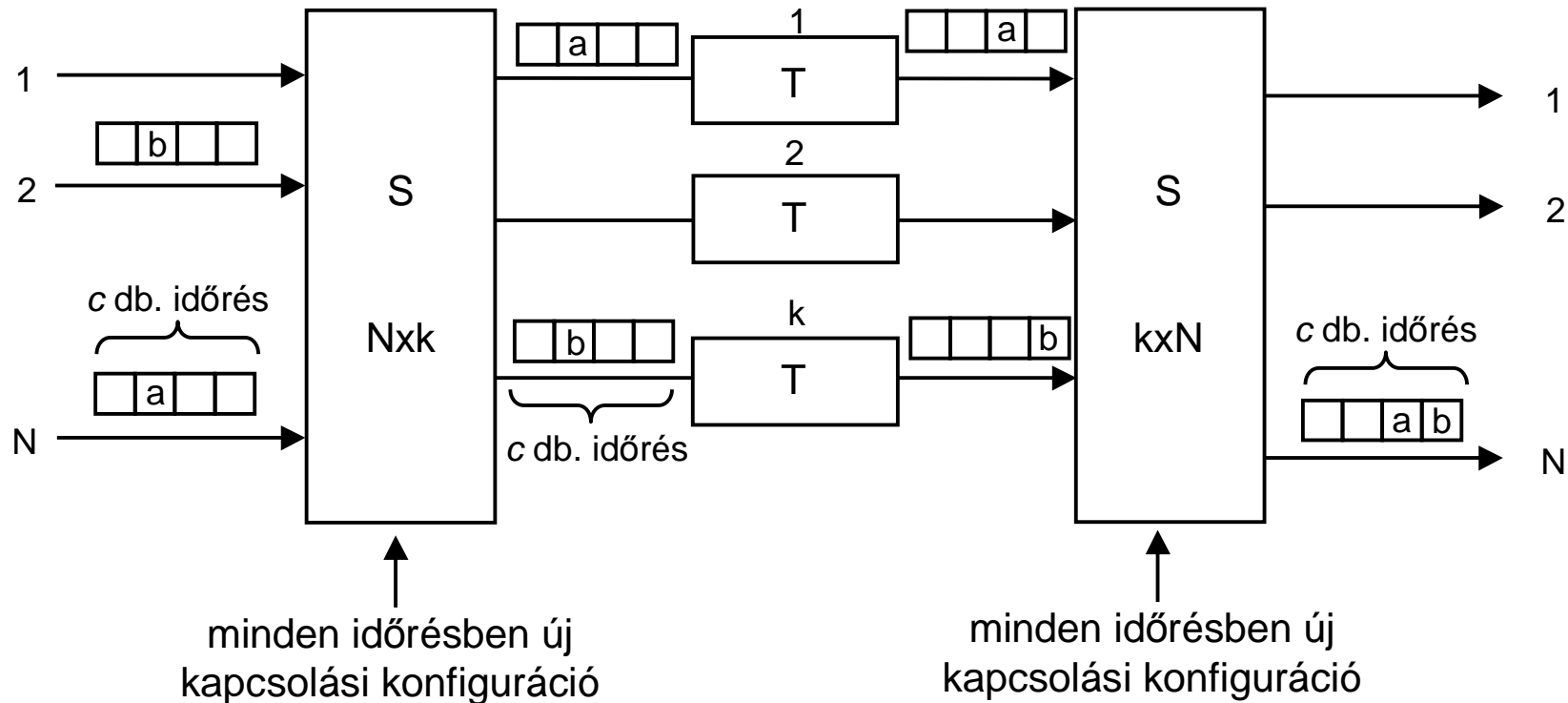
p az előző blokkolási helyzetet jól kezeli

p egyáltalán nincs blokkolás, ha $l=2c-1$

n a három fokozatú térkapcsolónál látott módszerrel bizonyítható

Tér- és időkapcsolás

⌘ Másik lehetőség: STS



⌘ nincs blokkolás, ha $k=2N-1$ (független c -től)

⌘ a bizonyítás hasonló az előzőekhez

⌘ van még pl. TSSST: TST, de három fokozatú térkapcsolóval